



Year: 2012

Einfluss kolostraler Antikörper auf die postvakzinale Immunantwort bei neonatalen Kälbern

Hässig, M ; Wetli, U ; Lutz, H ; Suter, M

Abstract: Ziel der vorliegenden Arbeit war die Effizienz von Impfungen junger Kälber abzuklären und festzustellen ob maternale Antikörper die Immunantwort beeinflussen. In diesem Versuch wurden 20 Kuhpaare und deren später geborene Kälber einbezogen. Jeweils eine Kuh eines Versuchspaares wurde acht und vier Wochen vor dem errechneten Geburtstermin mit einem Placebo geimpft (Gruppe A), die andere mit dem Impfstoff gegen Katzenleukose, FeLV, Leucogen® (Gruppe B). Alle Kälber wurden nach der Geburt mit Kolostrum ihrer Mütter getränkt und am 10. Tag post natum mit dem FeLV-Antigen i.m. geimpft. Blutproben von Kühen und Kälbern vor und nach der Impfung (bis 4 Wochen nach der Kälberimpfung) wurden im Labor mittels ELISA auf FeLV-Antikörper untersucht. 30 % der geimpften Kühe zeigten eine Serokonversion, 13 davon gaben maternale Antikörper an ihre Kälber weiter. 11 Kälber der Gruppe B konvertierten nicht, im Gegensatz zu nur 4 Kälbern der Gruppe A. Alle Kälber, die nach ihrer Impfung serokonvertierten, wiesen anfänglich eine tiefe Antikörper-Konzentration auf. Kälber der Gruppe A zeigten im Durchschnitt auch eine stärkere Impfreaktion als Kälber der Gruppe B. Kälber, die anfänglich tiefe, passive Antikörper-Konzentration besaßen, zeigten eine stärkere Serokonversion im Vergleich zu Kälbern aus derselben Gruppe mit anfänglich höheren Antikörper-Konzentrationen. In zwei Dritteln der Fälle, in denen keine maternalen Antikörper vorlagen, führte die Impfung zu einer angemessenen Immunantwort beim Kalb. Eine frühe Impfung kann demnach empfohlen werden.

DOI: <https://doi.org/10.1024/0036-7281/a000317>

Other titles: The influence of colostral antibodies on the postvaccinale humorale immune response in neonatal calves

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-71538>

Journal Article

Accepted Version

Originally published at:

Hässig, M; Wetli, U; Lutz, H; Suter, M (2012). Einfluss kolostraler Antikörper auf die postvakzinale Immunantwort bei neonatalen Kälbern. Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 154(4):141-147.

DOI: <https://doi.org/10.1024/0036-7281/a000317>

Einfluss kolostraler Antikörper auf die postvakzinale humorale Immunantwort bei neonatalen Kälbern

M. Hässig¹, U. Wetli¹, M. Suter³, H. Lutz²

¹*Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, ²Veterinärmedizinisches Labor, Departement für Nutztiere und ³Bereich Immunologie, Vetsuisse-Fakultät, der Universität Zürich*

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Effizienz von Impfungen junger Kälber abzuklären und festzustellen ob maternale Antikörper die Immunantwort beeinflussen. In diesem Versuch wurden 20 Kuhpaare und deren später geborene Kälber einbezogen. Jeweils eine Kuh eines Versuchspaares wurde acht und vier Wochen vor dem errechneten Geburtstermin mit einem Placebo geimpft (Gruppe A), die andere mit dem Impfstoff gegen Katzenleukose, FeLV, Leucogen® (Gruppe B). Alle Kälber wurden nach der Geburt mit Kolostrum ihrer Mütter getränkt und am 10. Tag post natum mit dem FeLV-Antigen, wie die Kühe der Gruppe B, i/m geimpft. Blutproben von Kühen und Kälbern vor und nach der Impfung (bis 4 Wochen nach der Kälberimpfung) wurden im Labor mittels ELISA auf FeLV-Antikörper untersucht. 30% der geimpften Kühe zeigten eine Serokonversion. 13 dieser 20 Tiere gaben maternale Antikörper an ihre Kälber weiter. 11 Kälber der Gruppe B konvertierten nicht, im Gegensatz zu nur 4 Kälbern der Gruppe A. Alle Kälber, die nach ihrer Impfung serokonvertierten, wiesen anfänglich eine tiefe Antikörper-Konzentration auf. Kälber der Gruppe A zeigten im Durchschnitt auch eine stärkere Impfreaktion als Kälber der Gruppe B. Kälber, die anfänglich tiefe, passive Antikörper-Konzentration besaßen, zeigten eine stärkere Serokonversion im Vergleich zu den Kälbern aus derselben Gruppe mit anfänglich höheren Antikörper-Konzentrationen. In zwei Dritteln der Fälle, in denen keine maternalen Antikörper vorlagen, führte die Impfung zu einer angemessenen Immunantwort beim Kalb. Eine frühe Impfung kann demnach empfohlen werden.

Schlüsselwörter: Kalb, Impfung, Kolostrum, Immunantwort

The influence of colostral antibodies on the postvaccinale humorale immune response in neonatal calves

The aim of this study was to evaluate the efficiency of vaccination of young calves and to see whether maternal antibodies may influence the immunological response in calves. For this project 20 matched-pairs of cows and their offspring were selected. Of each pair, one cow received a placebo 8 and 4 weeks before term (group A) and the other was vaccinated against Feline Leucose Virus, FeLV, with Leucogen® (group B). All calves received colostrum from their respective mother shortly after birth and all calves were vaccinated with Leucogen® 10 days after birth. Blood samples from the cows and calves were taken during the whole study period (till four weeks after calf vaccination). An ELISA test was done in the lab to define the FeLV antibody concentration. 30% of the vaccinated cows showed a seroconversion, 13 out of 20 vaccinated cows passed the antibodies onto their calves. 11 calves of group B did not convert in comparison of only 4 of group A. All seroconverted calves had low antibody concentration before their vaccination. Calves of group B with a low passive antibody level at the beginning showed a higher seroconversion as compared to calves with higher antibody concentrations of the same group. Two thirds of the calves without maternal antibodies reacted adequately to the vaccination. Therefore, an early vaccination of calves can be recommended.

Keywords: calf, vaccination, colostrum, immune response

Einleitung

60 Jungtiererkrankungen beim Rindvieh und dadurch bedingte Behandlungskosten und Ausfälle führen zu hohen wirtschaftlichen Einbussen in der landwirtschaftlichen Produktion. Zwischen 5.6% und 9.0% aller geborenen Kälber erkranken laut amerikanischen Studien (Bellows et al., 1987, Anonym, 1993) zwischen der Geburt und dem Abtränken. Der Stellenwert der frühen Kolostrumaufnahme und der Einfluss auf die Gesundheit des Kalbes sind in der Literatur vielfach beschrieben (Bellows et al., 1987; Staak, 1992; Larson et al., 1998; Erhard et al., 1999). Gleichzeitig ist aber eine möglichst frühe und schnelle, aktive Immunisierung des Kalbes erwünscht, damit nach Abnahme der maternalen Antikörper im Serum keine Lücke im Schutz der Tiere entsteht. Die endogene IgG-Synthese beginnt in der Regel in den ersten Tagen nach der Geburt und Konzentration nimmt stetig zu, während die maternale 70 exponentiell abnimmt. Der Übergang von der passiv erworbenen, maternalen Immunität zur aktiven, endogenen Immunität stellt eine einschneidende Veränderung im Leben des Kalbes dar und findet zwischen der zweiten und der sechsten Woche nach der Geburt statt (Hässig et al., 2007). Im Gegensatz zu früheren Arbeiten (Erhard et al., 1999) fanden Hässig et al. (2007) keine vorübergehende 75 Hypogammaglobulinämie bei Kälbern im Alter zwischen 11 und 28 Tagen. Passiv erworbene, kolostrale Antikörper können jedoch die aktive Immunantwort des Kalbes hemmen (Boegel und Liebelt, 1963; Nicholls et al., 1984; Buchholz und Mehlhorn, 1985; Kimman et al., 1989; Staak, 1992; Larson et al., 1998; Hodgins und Shewen, 2000; Larsen et al., 2001). Anhand eines Modells soll geprüft werden, in welchem 80 Ausmass die Reduktion der Immunantwort stattfindet und wie effizient Impfungen von Kälbern in einem frühen Zeitpunkt sind.

Tiere, Material und Methoden

85 Tiere
Die Untersuchungen wurden bei 40 Kühen und ihren Kälbern durchgeführt, wobei 25 Kühe der Rasse Braunvieh, 8 Kühe der Rasse Red Holstein, 5 Kühe der Rasse Holstein und 2 Fleckvieh-Kühe im Alter zwischen 2½ und 11 Jahren in den Versuch einfließen. Sie stammten aus insgesamt 15 Betrieben der ambulatorischen Klinik der 90 Universität Zürich und wurden dort zu 55% in Anbindehaltung und zu 45% in

Freilaufställen gehalten. Alle Versuchstiere blieben während der gesamten Versuchsdauer auf den Bauernhöfen.

Versuchsanordnung

95 Die Studie wurde so konzipiert, dass sich die aktive Immunantwort bei Kälbern mit und ohne spezifische kolostrale Antikörper vergleichen liess (Abb. 1). Dazu wurden Versuchspaare (matched pair), bestehend aus 2 trächtigen Kühen (Kuh A und Kuh B) aus ein und demselben Stall gebildet. Die eine Kuh (B) eines solchen Paares wurde 8 und 4 Wochen vor dem errechneten Geburtstermin mit dem FeLV-Antigen (Leucogen[®]) geimpft, während der anderen Kuh jeweils zum gleichen Zeitpunkt ein Placebo injiziert wurde. Die Zuteilung erfolgte randomisiert und verdeckt (blinded). Beide Kühe kalbten später im Betrieb des Besitzers ab, und den Kälbern wurde innerhalb der ersten 12 Lebensstunden mindestens 2 Liter Kolostrum des eigenen Muttertieres verabreicht (Wetli, 2010). Für diese Studie lag eine
100
105 Tierversuchsbewilligung des kantonalen Veterinäramtes Zürich, 51/2005, vor.

Impfung und Blutentnahmen

Alle Kälber wurden am 10. Tag nach ihrer Geburt (dpn) beprobt und mit FeLV-Antigen wie die B-Kühe geimpft. Weitere Blutentnahmen von Blutproben fanden am
110 7., 14., 21. und 28. Tag nach der Impfung (dpv) statt, um den Verlauf der Immunantwort auf die aktive Immunisierung zu dokumentieren. Im Versuch wurde ein Antigen verwendet, welches *in vivo* bei Rindern nicht von Bedeutung und dennoch klar definiert ist. Das Protein p45 des FeLV (Leucogen[®]) ist ein Bestandteil des Glykoproteins gp70 aus der Hülle des FeLV-Virus. Eine Impfdosis Leucogen[®] (= 115 1ml; Virbac[®], verwendete Chargen 13F1 (02-2007) und 14S9 (03-2007)) enthält mindestens 100µg des gereinigten p45-Moleküls, versetzt mit Aluminiumhydroxid als Adjuvans. Die Vakzinierungen bei der Kuh und beim Kalb erfolgten jeweils intramuskulär am Hals. Als Placebo gelangte Catosal[®] (Butafosfanum 100 mg, Cyanocobalamin 50 µg, Alcohol butylicus 30 mg, Aqua ad injectabilia ad 1 ml, Bayer
120 AG Leverkusen, Chargen-Nr.: KP02V63; 02-2007) zum Einsatz.

Immunologische Untersuchung

Die Bedingungen für den FeLV-ELISA wurden im Rahmen einer früheren Arbeit (Stadler, 2002) etabliert. Aufgrund von Sensitivitätsanalysen, wobei das Signal–

125 Rauschen–Verhältnis der ELISA-Werte optimiert wurde, wurden die idealen
Verdünnungen bestimmt (Wetli, 2010). Im vorliegenden Versuch diente das auf dem
Markt erhältliche Peroxidase-konjugierte, AffiniPure Rabbit Anti-Bovine IgG als
enzymmarkiertes Antiglobulin (Jackson ImmunoResearch Laboratories Inc.; Lot
Number: 64130). Die Antikörper dieses Produktes reagieren mit den schweren
130 Ketten von bovinem IgG und mit den leichten Ketten, die bei den meisten bovinen
Immunglobulinen ähnlich sind. Das verwendete Substrat war ABTS (Sigma, A1888),
das unter Zugabe von Zitratpuffer bei pH 4.0 und mit 2%iger H₂O₂-Lösung eingesetzt
wurde. Die photometrische Bestimmung des Substratumsatzes wurde bei einer
Wellenlänge von 405nm mit einem ELISA-Reader (Dynex MRX, BioConcept)
135 durchgeführt. Da der Sekundärantikörper bovine Spezies-Homologie aufweist, wurde
der Test mittels Negativ-Kontrollen überwacht, damit nur spezifische Antikörper
nachgewiesen wurden.

Als Reagenten wurden Tiere betrachtet, deren Antikörper-Konzentrationszunahmen
mehr als 3% betrugen. Die gemessenen OD-Werte aus den Serumproben der
140 einzelnen Kühe vor und nach der zweimaligen Impfung, respektive der Kälber
dienten für die Berechnung der Serokonversion. Die mittlere relative FeLV-
Antikörper-Konzentration ausgedrückt in Prozent der Positivkontrolle minus der
Negativkontrolle und die Konzentrationsänderungen zwischen zwei
Beprobungszeitpunkten wurden berechnet (Wetli, 2010).

145

Statistik

Die statistischen Berechnungen der Mittelwerte, Standardabweichungen und
Häufigkeitsverteilungen erfolgten mit Hilfe des Programms StatView 5.1 (SAS
Corporation, Wangen, Schweiz). Die Daten wurden mittels Normality-test nach
150 Shapiro-Wilk auf Normal-Verteilung getestet. Es wurden Varianzanalysen (ANOVA)
mit wiederholten Messungen für Verlaufsmessungen durchgeführt. Effektmessungen
wurden analysiert. Gruppenanalysen in Form von Reagenten–Nichtreagenten
wurden analysiert. Wenn Gruppen mit $n < 5$ vorlagen, wurde der Fisher's exact Test
angewendet. Als Signifikanzschwelle wurde $p \leq 0.05$ angenommen. Eine Tendenz
155 bestand für $0.05 < p < 0.2$.

Ergebnisse

Die Ergebnisse stammen aus der Dissertation Wetli (2010).

160 Sechs von 20 mit Leucogen[®] geimpften Kühen (= 30%) serokonvertierten während
bei Placebo vakzinierten Kühen 19 von 20 Tieren (= 95%) nicht reagierten. 37 der
insgesamt 39 lebend geborenen Kälber nahmen gemäss Aufzeichnungen der
Besitzer in den ersten 12 Lebensstunden mehr als 2 Liter Kolostrum auf. Drei Kälber
litten während der Versuchsdauer in der Zeit zwischen dem 17. und dem 31. dpn
165 jeweils während kurze Zeit an einer leichtgradigen Bronchopneumonie und wurden
standardmässig mit Antiphlogistika und Antibiotika behandelt. Sieben Kälber im Alter
zwischen 5 und 17 dpn zeigten einen leichtgradigen Durchfall (nicht weiter
abgeklärt), wobei 4 von ihnen einer Behandlung bedurften.

Die Kälber der mit Leucogen[®] geimpften Kühe der Gruppe B zeigten zu Beginn der
170 Messreihe am 10. dpn mit durchschnittlich $16.72 \pm 6.53\%$ eine deutlich höhere
relative Antikörperkonzentration als die 18 Vergleichskälber der nicht geimpften
Muttertiere (minus $10.77 \pm 2.13\%$). In der Folge fiel der mittlere Wert für die
Konzentration bei der Gruppe B leichtgradig auf $15.25 \pm 5.86\%$ ab, stieg aber
zwischen 7. und 14. dpv wieder an. Die Probe drei dieser Kälber zeigte am 14. dpv
175 die Höchstkonzentrationen mit $31.87 \pm 5.97\%$. Von Probe vier ($28.86 \pm 5.68\%$) zu
Probe fünf (25.54 ± 5.72) nahm der Wert der B-Kälber gegen Ende der
Versuchsphase wieder ab (nicht abgebildet).

Die Aufteilung der Kälber der nicht geimpften und geimpften Kühe, in Tiere welche
auf ihre eigene Impfung reagierten oder nicht reagierten, ist in Abbildung 2
180 dargestellt. Die Kälber, die nach ihrer Impfung serokonvertierten (A und B), wiesen
anfänglich eine Antikörperkonzentration von durchschnittlich minus $6.04 \pm 2.86\%$ auf.
Dieser Wert stieg in der ersten Woche nach der Impfung langsam auf minus $1.17 \pm$
 2.83% an und stieg danach stark an.

Als Grenzwerte für die Aufnahme von Kolostrumantikörpern durch die Kälber wurden
185 relative Konzentrationen von $>4\%$ mittels Sensitivitätsanalyse festgelegt. Für die
Serumkonversion der Kälber nach ihrer Impfung wurden Konzentrationsänderungen
von $>8\%$ festgelegt (Wetli, 2010; Abb. 3). Am Ende der Abbildung 3 wurden die
Summe der serokonvertierten und der nicht serokonvertierten Kälber
zusammengefasst und verglichen, in Abhängigkeit, ob sie von einer geimpften oder
190 nicht geimpften Mutter stammten. Von 20 geimpften Kühen konvertierten 9 Kälber
und von den 18 nicht geimpften Kühen konvertierten 14 Kälber ($p < 0.05$).

Diskussion

195 Die Fragestellung dieser Arbeit ist, ob über das Kolostrum passiv aufgenommene Antikörper die Immunantwort von neonatalen Kälbern beeinflussen. Beim angewandten Versuch handelte es sich um einen Impfversuch.

In diesem Impfversuch konnte gezeigt werden, dass die Impfung des Muttertieres im trächtigen Stadium und die spätere passive Versorgung des Kalbes mit Antikörpern im Kolostrum die Impfreaktion des neugeborenen Kalbes beeinflussen kann. Die in
200 vorangehenden Arbeiten (Bögel und Liebelt, 1963; Husband et al., 1972; Nicholls et al., 1984; Staak, 1992) vielfach geäusserte Beeinflussung durch den Impfzeitpunkt wurde bestätigt. Alle Kälber, die nach ihrer eigenen Impfung serokonvertierten, wiesen anfänglich eine tiefe Antikörper-Konzentration auf. Der Versuch zeigt in
205 Übereinstimmung mit vorangegangenen Studien (Pery und Metzger, 1990; Jungi, 2000; Mayr, 2002), dass die Impfung der Kälber am 10. dpn keinesfalls zu früh erfolgte und in 2/3 der Fälle, in denen keine maternalen Antikörper vorhanden waren, zu einer angemessenen Immunreaktion des Kalbes führte.

Ein möglichst hoher Schutz des Kalbes in den ersten Wochen des Lebens ist vor
210 allem bei Mastkälbern sehr wichtig, da diese in der Schweiz öfters in einem Alter von einer Woche in Kälbermastbetriebe verstellt werden. Dieser frühe Schutz des Kalbes kann mit Mutterschutzvakzinen erreicht werden, denn jegliche, noch so frühe aktive Immunisierung kommt zu spät bei Krankheitserreger, die in den ersten 7 bis 10 dpn angreifen. Kombiniert man die zwei Methoden der Mutterschutzvakzine und der
215 aktiven Immunisierung der Kälber direkt bei der Geburt, erreicht man in 80% der Fälle, bereits um den 10. bis 14. dpn einen Schutz.

In dieser Studie wurden keine Kontrollen durchgeführt, die zeigten, wie viel Antigen in welcher Form pro Vertiefung auf der ELISA-Platte vorhanden war. Aus dem riesigen Pool von Immunglobulinen einer „immunologisch erfahrenen“, älteren Kuh,
220 sind falsch positive Reaktionen denkbar. Es lässt sich aber schwer abschätzen, in welchem Masse dies zutrifft. Die Versuchsanordnung gibt keine Hinweise, wie gross dieser Anteil der nicht spezifischen Antigen-Immunglobulin-Interaktionen an der gesamten Reaktion ist. In der Arbeit von Stadler (2002) wurde jedoch festgestellt, dass unspezifische Kreuzreaktionen nicht ins Gewicht fallen. Die Wahl eines anderen
225 kompletten Antigens, bestehend aus artfremdem Träger (beispielsweise Hühner-Eiweiss) und einem einfachen chemischen Hapten (beispielsweise einem Phenol),

würde eventuell zu spezifischeren Antigen-Antikörper-Interaktionen führen. Die von den Kälbern aufgenommenen Kolostrum-Mengen und die gesamte Immunglobulin-Menge im Blut der Kuh und im Blut des Kalbes vor und nach Aufnahme des Kolostrums wurden nicht erfasst. Diese Werte könnten mit den Resultaten interagieren und müssten in Folgestudien berücksichtigt werden. Bei der Definition der Serokonversion könnte ein Bias vorliegen, dass die gemessene IgG-Konzentrationsänderung, welche mittels Sensitivitätsanalyse auf ein Minimum von 4% festgelegt wurde, dennoch willkürlich ist, da nur relative Konzentrationen gemessen wurden und nicht der präkolostrale Wert als Basis genommen wurde. Die Versuchsanordnung liess die präkolostrale IgG-Messung nicht zu. Dies müsste in zukünftigen Studien berücksichtigt werden.

Tatsache war, dass nur 6 von 20 Kühen im Versuch als Reagenten galten. Da 13 von 20 Kälbern einen kolostralen Schutz aufwiesen, muss davon ausgegangen werden, dass die Messmethoden zu ungenau waren oder nicht nur humorale Antikörper der Gruppe IgG für den Immuntransfer von der Kuh zum Kalb verantwortlich waren, sondern auch ein zellulärer Transfer stattfand (Mayr, 2002; Reber et al., 2005). Beinflussend könnte auch sein, dass der Impfstoff für die feline und nicht für bovine Spezies optimiert wurde.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass alle Kälber, die nach ihrer Impfung serokonvertierten, anfänglich eine tiefe Antikörper-Konzentration aufwiesen. Kälber die anfänglich tiefe, passive Antikörper-Konzentrationen besaßen, zeigten eine stärkere Serokonversion im Vergleich zu den Kälbern aus derselben Gruppe mit anfänglich höheren Antikörper-Konzentrationen. In zwei Drittel der Fälle, in denen keine maternalen Antikörper vorlagen, führte die Impfung zu einem Titer, welcher eine Immunität beim Kalb erwarten lässt. Eine frühe Impfung kann demnach empfohlen werden.

Manuskripteingang:
in vorliegender Form angenommen:

Literatur

- 260 *Anonym*: Beef cow/calf health and productivity audit, part I: beef cow/calf herd management practices in the United States. National Animal Health Monitoring System (NAHMS), Ft Collins, C. O.: Center for Animal Health Monitoring-Veterinary Services. 1993.
- Bellows, R. A., Patterson D. J., Burfening P. J.*: Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle, Part II. Factors contributing to calf death. Theriogenology 1987, 28: 573-586.
- 265 *Boegel, K., Liebelt J.*: Beziehung zwischen maternalen Antikörpern und Impferfolg nach der Vaccinierung des Kalbes mit Parainfluenza-3-Lebendimpfstoff. Zentralbl. Bakteriologie. 1963, 191: 133-138.
- 270 *Buchholz, I., Mehlhorn G.*: Der Einfluss des sichtbaren Lichts auf die humoralen Immunreaktionen des Kalbes. Arch. Exp. Veterinärmed. 1985, 39: 220-233.
- Erhard, M. H., Amon P., Nueske S., Stangassinger M.*: Studies on the systemic availability of maternal and endogeneously produced immunoglobulin G1 and G2 in newborn calves by using newly developed ELISA systems. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 1999, 81: 239-248.
- 275 *Hassig, M., Stadler T., Lutz H.*: Transition from maternal to endogenous antibodies in newborn calves. Vet. Rec. 2007, 160: 234-235.
- Hodgins, D. C., Shewen P. E.*: Vaccination of neonatal colostrum-deprived calves against *Pasteurella haemolytica* A1. Can. J. Vet. Res. 2000, 64: 3-8.
- 280 *Husband, A. J., Brandon M. R., Lascelles A. K.*: Absorption and endogenous production of immunoglobulins in calves. Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci. 1972, 50: 491-498.
- Jungi, T. W.*: Einführung in die Grundlagen der Immunologie, Grundlagen der Immunstörungen. In: Klinische Veterinärimmunologie, 1. Aufl., Hrsg. T. W. Jungi. Enke im Hippokrates Verlag, Stuttgart 2000, 1-62.
- 285 *Kimman, T. G., Westenbrink F., Straver P. J.*: Priming for local and systemic antibody memory responses to bovine respiratory syncytial virus: effect of amount of virus, virus replication, route of administration and maternal antibodies. Vet. Immunol. Immunopathol. 1989, 22: 145-160.
- 290 *Larsen, L. E., Tegtmeyer C., Pedersen E.*: Bovine respiratory syncytial virus (BRSV) pneumonia in beef calf herds despite vaccination. Acta Vet. Scand. 2001, 42: 113-121.

- Larson, R. L., Pierce V. L., Randle R. F.:* Economic evaluation of neonatal health protection programs for cattle. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1998, 213: 810-816.
- 295 *Mayr, A.:* Grundlagen der allgemeinen medizinischen Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre. In: Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 7. Aufl., Hrsg. A. Mayr. Enke Verlag, Stuttgart 2002, 1-64.
- Nicholls, M. J., Black L., Rweyemamu M. M., Genovese J., Ferrari R., Hammant C. A., De Silva E., Umehara O.:* The effect of maternally derived antibodies on
- 300 the response of calves to vaccination against foot and mouth disease. J. Hyg. 1984, 92: 105-116.
- Pery, P., Metzger J. J.:* Allgemeine Immunologie. In: Das Kalb. Anatomie, Physiologie, Aufzucht, Ernährung, Produktion, Pathologie, 1. Aufl., Hrsg. P. Mornet, J. Espinasse. Schober Verlags GmbH, Hengersberg 1990, 198-212.
- 305 *Reber A. J., Hippen A. R., Hurley D. J.:* Effects of the ingestion of whole colostrum or cell-free colostrum on the capacity of leukocytes in newborn calves to stimulate or respond in one-way mixed leukocyte cultures. Am. J. Vet. Res. 2005, 66: 1854-1860.
- Staak C.:* Rinder-Kolostrum und Schutz des Jungtieres. Berl. Münch. Tierärztl.
- 310 Wschr. 1992, 105: 219-224.
- Stadler T.:* Übergang von maternaler zu endogener IgG-Dominanz beim neugeborenen Kalb. Dissertation, Universität Zürich, 2002.
- Wetli U.:* Einfluss kolostraler Antikörper auf die postvakzinale Immunantwort bei neonatalen Kälbern. Dissertation, Universität Zürich, 2010.

315

Korrespondenz: Prof. Dr. med. vet. M. Hässig MPH FVH Nutztiere, Dipl. ECBHM & ECVPH, Departement für Nutztiere, Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Winterthurerstrasse 260, CH-8057 Zürich. E-Mail: mhaessig@vetclinics.uzh.ch

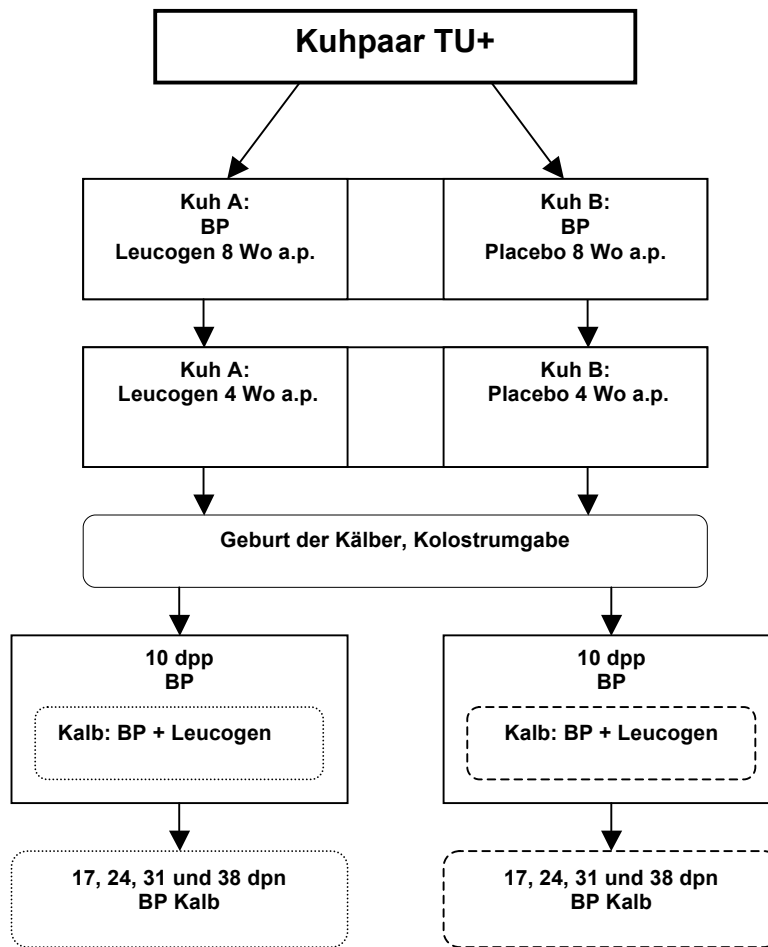
320

325

330

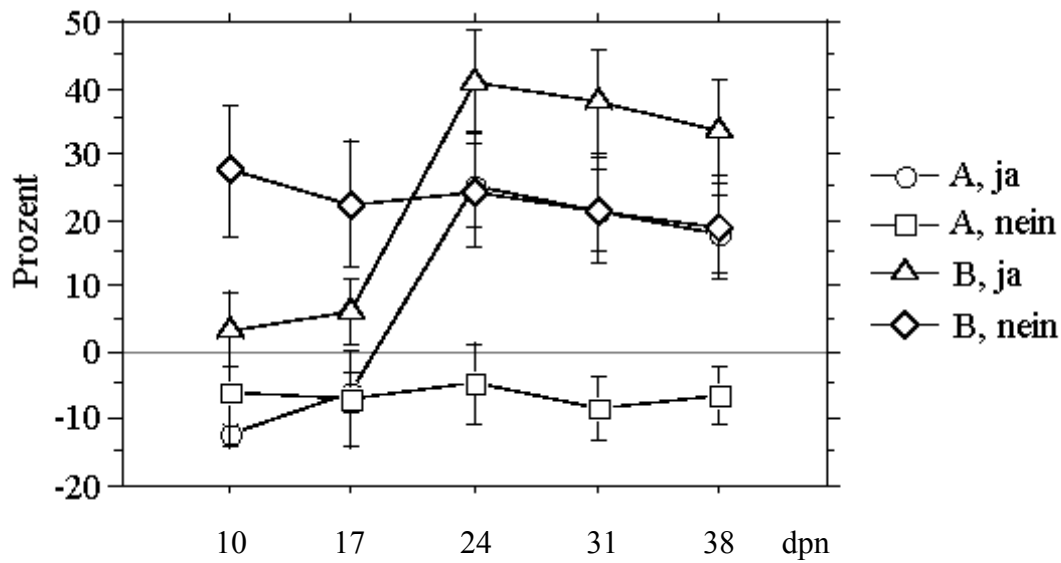
335

340



345

Abbildung 1: Flussdiagramm der Versuchsanordnung. BP = Blutprobe, Wo a.p. = Wochen ante partum, dpn = Tage post natum, dpp = Tage post partum.



350 **Abbildung 2:** Mittelwerte und Standard-Fehler der Antikörperkonzentrationen der A-
 Kälber, von nicht geimpften Kühen, die konvertierten (= A, ja; \circ —), der A-Kälber, die
 nicht konvertierten (= A, nein; \square —), der B-Kälber, von geimpften Kühen, die
 konvertierten (= B, ja; \triangle —) und der B-Kälber, die nicht konvertierten (= B, nein; \diamond —),
 dpn = Tage post natum.

355